

## Динамика поверхностных слоев мишени, облучаемой интенсивными пучками заряженных частиц

Н.Б. Волков<sup>1</sup>, А.Я. Лейви<sup>1,2</sup>, К.А. Талала<sup>2</sup>, А.П. Яловец<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург, 620016, Россия

<sup>2</sup>Южно-Уральский государственный университет, Челябинск, 454080, Россия

Радиационная обработка мишени типа «пленка-подложка» мощным потоком заряженных частиц используется для увеличения адгезии пленки и подложки путем перемешивания слоев материала. Одними из основных механизмов перемешивания являются неустойчивость Рихтмайера-Мешкова контактной границы и термокапиллярная неустойчивость. Неустойчивость Рихтмайера-Мешкова может привести к перемешиванию поверхностных слоев только в случае возмущений поверхности мишени, соответствующих определенному диапазону волновых чисел, который в свою очередь определяется режимом облучения. Для исследования роли этих механизмов в массопереносе нами была разработана математическая модель, описывающая течения среды в результате воздействия облучения, учитывающая термоактивированную диффузию и термокапиллярную конвекцию.

В предложенной нами модели используется разделение гидродинамической скорости на скорость потенциального (безвихревого) движения,  $\mathbf{v}^p$ , и вихревую скорость,  $\mathbf{v}^w$ ;  $\mathbf{v} = \mathbf{v}^p + \mathbf{v}^w$  ( $\nabla \times \mathbf{v}^p = 0, \nabla \cdot \mathbf{v}^w = 0$ ). Решение системы уравнений механики сплошных сред ищется в подвижной системе отсчета, движущейся с потенциальной скоростью. Данный подход позволяет сохранить регулярность расчетной сетки в задачах со свободной границей и вихревыми течениями. Написанная нами двумерная программа отгестирована путем сравнения с известными решениями задач термогравитационной и термокапиллярной конвекции.

Проведенные численные исследования показывают, что основным механизмом жидкофазного перемешивания поверхностных слоев облучаемой мишени является термокапиллярная конвекция. Для реализации конвективного перемешивания необходимо, чтобы длительность импульса облучения была меньше характерного времени теплопроводности. Показано, что в зависимости от режима облучения, термокапиллярная конвекция обеспечивает перемешивание на масштабах порядка 1-20 мкм.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (проект №06-08-00355), РФФИ-Урал (проект №07-08-96032) и Президиума УрО РАН в рамках целевой поддержки междисциплинарных исследований, проводимых совместно учеными УрО, СО и ДВО РАН, а также в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Исследования вещества в экстремальных условиях».